

Első félévi beszámoló

Hanolné Toldy Emese (toldyemese@gmail.com)

ELTE Fizika Doktori Iskola - Fizika Tanítása Program

Témavezető: Dr. Benczik Izabella

A fizika kutatásalapú tanítása sajátos oktatási helyzetekben

Bevezetés

A kutatási tervem tagolásának megfelelően a fizika kutatásalapú tanításának lehetőségeit több megközelítésből kezdtem el vizsgálni. A tanulók önálló tanulását támogató eszközök közül tanulmányozni kezdtem a mesterséges intelligencia (MI) szerepét a tehetséggondozásban (1–2. alpontok), a felzárkóztatásban (3. alpont), valamint a kísérleti oktatóvideók lehetőségeit a tantárgyközi kapcsolatok feltárásában (4. alpont).

Az első félévben elvégzett kutatások ismertetése

1. MI alapú tesztek hatásnagyság-vizsgálata egy nagymintás pedagógiai mérésben

Doktori képzésem első kutatási feladataként egy nagymintás, kárpát-medencei lefedettségű pedagógiai mérés (81 iskola, 487 tanuló) adatait elemeztem. A kutatásom célja annak a feltárása volt, hogy a mesterséges intelligencia milyen mértékben képes egy előre rögzített, speciális tananyag alapján fizika- és csillagászat témájú gyakorlóteszteket előállítani, továbbá ezek mennyiben alkalmasak formatív értékelésre, a tanulói teljesítmény fokozására és a motiváció erősítésére.

A kutatás keretét a hetedik évfolyamos tanulók számára meghirdetett, 2024/2025. évi Hell Miksa Vetélkedő adta. A versenyzők rendelkezésére bocsátottunk 162 darab mesterséges intelligencia által generált gyakorlófeladatot. A résztvevők szabadon dönthettek arról, hogy gyakoroljanak ezekkel a feladatokkal (is), vagy felkészülésüket továbbra is kizárólag hagyományos, a versenybizottság által összeállított tananyagokra és feladatokra alapozzák. A versenyzők döntése alapján kialakítottam egy kísérleti csoportot ($n = 71$) az MI-alapú tesztek használó tanulókból, valamint egy kontrollcsoportot ($n = 416$) a hagyományos felkészülési módot választókból. Az MI-alapú felkészülés hatását a vetélkedő iskolai fordulójában elért versenyzői pontszámok alapján értékeltem.

Az elemzéshez több statisztikai módszert alkalmaztam. Meghatároztam a két csoport átlagos teljesítményét és szórását, majd Cohen-féle hatásnagyság vizsgálatot végeztem. Ezután meghatároztam az átlag standard hibáját (SEM – Standard Error of the Mean) az eredmények populációra való általánosíthatóságának jellemzésére. A normalitás feltételezését Shapiro–Wilk próbával ellenőriztem, majd a nagy elemszámra tekintettel kétmintás t-próbával is igazoltam, hogy a csoportok közötti eltérés statisztikailag szignifikáns. Az elemzés alapján az MI-t használó tanulók eredményei szignifikánsan jobbak voltak, a hatás kismértékű–közepes nagyságúnak adódott. A vizsgálatot kiterjesztettem az országos döntő résztvevőire ($n = 40$) is.

Itt a kisebb minta miatt elsősorban az átlagokat és azok standard hibáit elemeztem. Az MI-teszteket a döntő előtt is használó tanulók több kategóriában magasabb átlagos teljesítményt értek el, és egyes versenykategóriákban a különbség még ennek a kis mintának az alapján is statisztikailag szignifikáns volt.

A témához kapcsolódó eredmények bemutatása publikációban és konferencián:

- Benczik I.J., Hanolné Toldy E.: *Felzárkóztatás mesterséges intelligenciával*, Acta Carolus Robertus (2025) – elfogadott cikk, megjelenés alatt.
- szekcióelőadás *Felzárkóztatás mesterséges intelligenciával* címmel a Matematikát, Fizikát és Informatikát Oktatók 45. Országos Konferenciáján, MAFIOK 2025. Gyöngyös (2025. június 26.) előadó: Benczik Izabella.

2. MI-alapú rendszerek tesztgeneráló funkciójának összehasonlító vizsgálata

A kutatás során összehasonlító elemzést végeztem a Redmenta oktatási célú mesterségesintelligencia-alapú kérdésgeneráló rendszerének és az OpenAI ChatGPT modelljének teljesítményéről. A vizsgálat célja az volt, hogy felmérjem, mennyire alkalmasak ezek a platformok speciális, tanterven túli fizika–csillagászati tartalmakhoz kapcsolódó feleletválasztós tesztfeladatok előállítására. Az eredmények alapján a Redmenta elsősorban tantervhez szorosan illeszkedő, standard tananyagtartalmak esetén működött megfelelően, azonban a verseny speciális témaköreiben gyakran tartalmilag irreleváns, pedagógiaiilag gyenge vagy téves kérdéseket generált. Ezzel szemben a ChatGPT lényegesen jobb minőségű, koncepciónálisan helyesebb és didaktikailag használhatóbb feladatokat állított elő.

A témához kapcsolódó eredmények bemutatása publikációban és konferencián:

- Benczik I.J., Hanolné Toldy E., *AI-aided formative assessment in physics education*, Educational Media International, Taylor & Francis, 62 (4), p. 1-9 (2025).
- szekcióelőadás *AI-aided formative assessment in physics education* címmel az AgriaMedia, ICI-18, and International Council for Educational Media Conference 2025, Eger (2025. október 9.) előadó: Benczik Izabella.

3. Szakirodalmi áttekintés a fizikatanár hallgatók lemorzsolódásával kapcsolatban

Az MI gyakorlótesztek hatékonyságának vizsgálata során, mintegy melléktermékként, fény derült arra is, hogy ezek sokkal inkább alkalmasak a lemorzsolódó, gyengébb tanulók felzárkóztatására, mint az eleve kitűnő tanulók tehetségének gondozására. A módszer pedagógiai hasznosíthatóságának feltárása érdekében áttekintettem a felsőoktatási lemorzsolódást vizsgáló szakirodalmat (különös tekintettel a fizikatanár képzésben részt vevő nappalis és levelezős hallgatókra), kezdve az Európai Bizottság szakpolitikai dokumentumaitól a témában megjelent hazai kutatásokig.

A témához kapcsolódó eredmények bemutatása publikációban:

- Benczik I.J., Hanolné Toldy E.: *Felzárkóztatás mesterséges intelligenciával*, Acta Carolus Robertus (2025) – elfogadott cikk, megjelenés alatt.

4. Fizikai kísérletekkel vizsgálható biológiai indíttatású kutatásalapú projektek

Megkezdtem a biológiai jelenségeket modellező fizikai kísérletek fejlesztését, ezen belül egy idegsejt elektromos működését szemléltető RC-áramkör megtervezését és megépítését. Az egyszerű modell egy ellenállásból és egy kondenzátorból áll, és a neuronmembrán töltődését, illetve kisülését írja le. Ezt követően egy bővített változat is elkészült, amely egy külön kisütő ellenállást és folyamatosan mérhető tápfeszültséget tartalmaz, így alkalmas az akciós potenciál kialakulásának kvalitatív modellezésére is. Az áramkörökhöz oktatási célú videódokumentáció és részletes magyarázó leírás készül, amelyek jelenleg egy előzetes, „nulladik” verzióban állnak rendelkezésre, és a tervezett interdiszciplináris digitális tananyag első modulját képezik.

Publikációk (összesített)

1. Benczik Izabella Júlia, Hanolné Toldy Emese, *Felzárkóztatás mesterséges intelligenciával*, Acta Carolus Robertus – elfogadott cikk, megjelenés alatt (2026)
2. Benczik Izabella Júlia, Hanolné Toldy Emese, *AI-aided formative assessment in physics education*, Educational Media International, Taylor & Francis, Vol. 62(4) pp. 1-9. DOI:10.1080/09523987.2025.2588530 (2025).
3. Benczik Izabella Júlia, Hanolné Toldy Emese, *Felzárkóztatás mesterséges intelligenciával*, Matematikát, Fizikát és Informatikát Oktatók 45. Országos Konferenciája, MAFIOK 2025 absztraktkötet, Gödöllő, Magyarország, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem p. 14. (2025)
4. Benczik Izabella Júlia, Hanolné Toldy Emese, *AI-aided formative assessment in physics education*, AgriaMedia 2025 absztraktkötet, p. 11. (2025)
5. Benczik Izabella Júlia, Hanolné Toldy Emese, *Integrating AI-generated assessments in science competitions: a case study*, In: Physics Conference TIM 25 Abstract Booklet p. EP-O01 (2025)

Tanulmányi tevékenység az első félévben

Részvétel az ELTE Fizika Doktori Iskola jelenléti kurzusain.

Oktatási tevékenység az első félévben

Fizika, biológia, földrajz és természettudomány tantárgyak oktatása a Paksi Deák Ferenc Általános Iskolában.

Konferencia és Workshop részvétel az első félévben

1. Részvétel a 28th International Conference on Multimedia in Physics Teaching and Learning (MPTL'28) konferencián – 2025. szeptember 6., Budapest
2. Szekcióelőadás és részvétel az Agria Media 2025 és ICI-18 Információ- és Oktatástechnológiai Konferencián - *AI-aided formative assessment in physics education* c. előadás (előadó: Benczik Izabella) – 2025. október 9-10, Eger.
3. Részvétel az ELTE Fizika Doktori Iskola doktoranduszok számára szervezett heti rendszerességű workshopjain.